جامعة أم القرى

معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج

قسم البحوث العمرانية والهندسية

دراسة البدائل المعمارية والميكانيكية لتهوية البدروم في المسجد الحرام

الباحثين

د. محمد بن عبد الله إدريس

د. عبد المنان عبد الحميد ساعاتي

١٤٢٣هـ

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

يتقدم الباحثين بالشكر والتقدير إلى سعادة مدير الجامعة المكلف والى سعادة عميد المعهد وسعادة رئيس قسم البحوث العمرانية والهندسية على حسن رعايتهم وتشجيعهم للبحث العلمي مما كان له الدور الكبير في إنجاز هذه الدراسة.

كما يتقدم الباحثين بالشكر والتقدير لمعالي الرئيس العام لشؤون المسجد الحرام والمسجد النبوي على تكليفهم بالقيام بهذه الدراسة ومساعدتهم في مراحل جمع المعلومات وعمل القياسات الميدانية لإكمال الدراسة في شهر واحد.

واخيرا يشكر الباحثين كل من ساعدهم في إنجاز هذا العمل من خلال جمع المعلومات الميدانية ويخصون بالشكر الأستاذ تركي حبيب الله من قسم البحوث والدراسات البيئية على الدور الفعال الذي قام به.

ملخص الدراسة

يؤدي البدروم دوراً مهماً في زيادة الطاقة الاستيعابية لأماكن الصلاة في المسجد الحرام خصوصاً في موسمي الحج ورمضان عندما تمتلئ جنبات المسجد الحرام بالطائفين والعاكفين والركع السجود، إلا أن ظروفه المناخية الصعبة، والمتمثلة في ارتفاع درجة الحرارة وانعدام حركة الهواء، تؤثر سلبياً على مستوى الارتياح الحراري للمصلين.

والتهوية هي تحريك الهواء داخل المكان طبيعياً أو ميكانيكياً لتحسين مستوى الارتياح الحراري، وتعتبر التهوية من الوظائف الرئيسة للهواء بعد التنفس الذي يمد الإنسان بالحياة، وتؤثر محدودية المكان (الحيز الفراغي) والكثافة(أعداد المستخدمين) في مستوى التهوية للمكان وبالتالي على مستوى الارتياح الحراري للمستخدمين.

وفي هذه الدراسة التي تنهج المنهج الوصفي التحليلي، وتعتمد على الدراسات السابقة والأعمال الميدانية (الحصر والقياس) في سياسة جمع المعلومات فقد تمت مراجعة الأبحاث المتعلقة بموضوع الدراسة وركزت على مصادر التهوية والمتغيرات المؤثرة في التهوية، كذلك تم التعرف على منطقة الدراسة، والمتمثلة في بدروم المسجد الحرام، والظروف المحيطة به.

وقد تركزت معظم الأعمال الميدانية في أخذ القياسات الأساسية، والتي تشتمل على درجات الحرارة، والرطوبة وحركة واتجاه الهواء، وذلك بعد تقسيم البدروم إلى ثمانية مناطق، وتركيب محطات أتوماتيكية للقياس، وقد تم التوصل إلى العديد من النتائج بعد تحليل المعلومات والقياسات التي تم جمعها وكان من أهمها ارتفاع درجة الحرارة في البدروم عن المعدلات الطبيعية للارتياح الحراري حيث وصلت في بعض المناطق إلى ٣٦ درجة مئوية من غير وجود المصلين، بينما كانت درجة الحرارة الخارجية ٤٢ درجة مئوية إضافة إلى انعدام حركة الهواء.

وكان من أهم أسباب ذلك عدم وجود فتحات لتمرير الهواء إلى داخل البدروم، وانخفاض سقف البدروم عن منسوب الأرض الخارجية بما يزيد عن مترين كذلك انخفاض سقف البدروم مع استخدام الكمرات الساقطة والذي ساعد على الاحتباس الحراري، إضافة إلى وجود مخارج للمكيفات تبعث الهواء الحار إلى داخل البدروم في بعض الأجزاء، أيضا عدم

وجود نظام تهوية أو تبريد والاعتماد على المراوح السقفية التي لا تساعد على التهوية في المناطق المغلقة والتي تنعدم فيها حركة الهواء.

وقد توصلت الدراسة إلى عدد من الحلول والمقترحات، والتي تم تقسيمها لحلول ومقترحات معمارية وحلول ومقترحات ميكانيكية، وقد اشتملت الحلول والمقترحات المعمارية على الاستفادة من أبراج الدرج المربع الواصل بين البدروم وسطح المسجد الحرام في عمل ملاقف هواء عملاقة لنقل الهواء من السطح إلى البدروم مع مراعاة اتجاه الرياح طوال العام، واستبدال الحوائط المحيطة بأبراج الدرج بمصبعات (شبك) حديدية تساعد على تمرير الهواء، بالإضافة إلى عمل فتحات في سقف البدروم في المناطق ما بين أعمدة الدور الأرضي والتي لا تتعارض أو تؤثر في أماكن الصلاة والممرات لتساعد على تخفيف الاحتباس الحراري داخل البدروم وتوليد حركة الهواء.

في حين تركزت الحلول والمقترحات الميكانيكية في سحب الهواء الساخن الموجود داخل البدروم واستبداله بهواء نقي من الخارج وذلك باستخدام مراوح السحب والدفع، على أن يستفاد من أبراج الدرج المربع الواصل بين البدروم وسطح المسجد الحرام والمداخل الخارجية للبدروم في تركيب مراوح لدفع الهواء من خارج المسجد إلى البدروم، مع تخصيص بعض المداخل الداخلية من الدور الأرضي لتركيب مراوح السحب من البدروم، مع إمكانية الاستفادة من الفتحات المقترحة في الحلول المعمارية في تركيب مراوح لسحب ودفع الهواء من وإلى البدروم.

ونظراً لصعوبة تحقيق الارتياح الحراري والحصول على الجو المناسب بواسطة التهوية، للارتفاع الحاد في درجات الحرارة وخصوصاً في فصل الصيف فقد أوصت الدراسة بضرورة تكييف البدروم لتحقيق الارتياح الحراري المطلوب لراحة المصلين والمستخدمين، وعمل دراسة مفصلة لاختيار النظام الأنسب والأفضل لذلك.

فهرس المحتويات

المقدمة

يمثل المسجد الحرام قبلة المسلمين التي يستقبلونها كل يوم خمس مرات لأداء الصلوات المفروضة، إضافة إلى السنن الرواتب. ويتوسط المسجد الحرم مكة المكرمة ويعتبر منطقة التقاء الطرق، وفي مواسم الحج ورمضان يزداد الإقبال على المسجد الحرام، ويمتلئ بالطائفين، والعاكفين، والركع السجود، وتستغل جميع أجزائه بما في ذلك البدروم والأسطح والساحات المحيطة به.

ويؤدي البدروم دوراً مهماً في المساعدة على زيادة الطاقة الاستيعابية لأماكن الصلاة في المسجد الحرام، إلا أنه يعاني من مشكلة ضعف التهوية، ، والتي تؤثر على بيئة البدروم كما تنعكس سلبياً على راحة و سلامة المستخدمين. الأمر الذي يتطلب التفكير في إيجاد الحلول المعمارية والميكانيكية المناسبة التي تتعامل مع الوضع القائم دون التأثير على سلامة المنشأ.

والتهوية هي تحريك الهواء داخل المكان طبيعيا أو ميكانيكيا لتحسين مستوى الارتياح الحراري، وتعتبر التهوية من الوظائف الرئيسة للهواء بعد التنفس الذي يمد الإنسان بالحياة، وتؤثر محتوية المكان (الحيز الفراغي) والكثافة(أعداد المستخدمين) في مستوى التهوية للمكان وبالتالي على مستوى الارتياح الحراري للمستخدمين.

وتحاول هذه الدراسة التي تنتهج المنهج الوصفي التحليلي وتعتمد على الدراسات السابقة والأعمال الميدانية في سياسة جمع المعلومات تطوير بعض الحلول والمقترحات المعمارية والميكانيكية لتحسين مستوى التهوية في بدروم المسجد الحرام، وقد تم تصنيف هذه الدراسة إلى خمسة فصول، حيث يقدم الفصل الأول تعريفاً عن البحث ويبين غايته و أهدافه إضافة إلى المنهجية وسياسة جمع المعلومات، وخطة العمل.

أما الفصل الثاني فيبحث موضوع الدراسة، ويبدأ بتعريف التهوية، وأنواعها، والمتغيرات المؤثرة فيها، والبيئة المناسبة للارتياح الحراري من خلال الدراسات والأبحاث المتعلقة بالتهوية، أما الفصل الثالث فيتناول بالتحليل الوضع الراهن للبدروم (منطقة الدراسة). ويركز الفصل الرابع على الأعمال والقياسات الميدانية المتعلقة بالدراسة، ومناقشة أهم النتائج التي تم التوصل إليها من خلال تحليل المعلومات الميدانية، أما الفصل الخامس فيقدم الحلول والمقترحات المعمارية والميكانيكية والخلاصة والتوصيات.

الفصل الأول

التعريف بالدراسة

الفصل الأول

التعريـــف بالدراسة

يعتبر التعريف بالدراسة من المراحل الابتدائية المهمة. ويركز هذا الفصل على التعريف بغاية البحث وأهدافه، ويتناول منهجيته والسياسة التي اتبعت في جمع المعلومات بالإضافة إلى خطة إعداد الدراسة.

١-١- غاية الدراسة

تكمن الغاية من الدراسة في إيجاد حلول معمارية وميكانيكية لتهوية بدروم المسجد الحرام.

١-٢- أهداف الدراسة

تمثل أهداف الدراسة المراحل التي من خلالها يمكن تحقيق غايتها، وعليه فإن أهم أهداف هذه الدراسة:

١- التعرف على الوضع الراهن للبدروم.
٢- التعرف على أسباب ضعف التهوية في البدروم.
٣-دراسة النظام الإنشائي لأسقف وحوائط البدروم.
٤-تحليل الحيز الفراغي للبدروم وحساب الاحتياجات الفعلية للتهوية.
٥-تطوير حلول ومقترحات معمارية وميكانيكية لتهوية البدروم.

١-٣- منهجية الدراسة

بناءً على طبيعة وأهداف البحث، فإن منهجيته تتمحور حول المنهج الوصفي التحليلي، كما تتركز استراتيجية جمع المعلومات على الدراسات والأبحاث السابقة والبيانات، والمخططات المتوفرة، في حين تعتمد جمع المعلومات الميدانية على أعمال الحصر، والقياسات من الطبيعة.

١-٤- خطة الدراسة

١-تحليل الحيز الفراغي، ودراسته، والتعرف على الوضع الراهن للبدروم.
٢- عمل قياسات ميدانية تشمل درجة الحرارة، والرطوبة، وحركة وسرعة الهواء.
٣- دراسة تأثير الإنشاءات القائمة (أعمده – حوائط– ارتفاع السقف، الدرج ... الخ) على التهوية.
٤- دراسة تأثير المعدات والأجهزة الميكانيكية والكهربية الموجودة في القبو على التهوية.
٥- تجميع المعلومات البيئية المسجلة في محطة الحرم الشريف وتحليلها.

٦- تحليل المعلومات التي تم جمعها من الأعمال الميدانية والتعرف على أهم النتائج.

٧- مناقشة أهم النتائج التي تم التوصل لها.

٨- تطوير الحلول والمقترحات.

الفصل الثاني

موضوع الدراسة

الفصل الثاني
موضوع الدراسة

تمثل التهوية الموضوع الرئيس لهذه الدراسة، ويتناول هذا الفصل موضوع التهوية بالدراسة والتحليل ويركز على تعريف التهوية ومصادرها والمتغيرات المؤثرة فيها.

٢-١- التهوية

خاض العديد من المهتمين بموضوع التهوية في تعريف التهوية، و تمحورت معظم التعريفات حول تحسين مستوى الارتياح الحراري بتحريك الهواء داخل المكان طبيعيا أو ميكانيكيا. والهواء كما ورد في تاج العروس للزبيدي الجو ما بين السماء والأرض، والجمع الأهوية، يقال أرض طيبة الهواء والأهوية. والهواء عبارة عن مزيج من الغازات المختلفة، من أهمها الأكسجين، والنتروجين، وبخار الماء، ويمثل الأكسجين والنتروجين ما نسبته ٩٩% من مكونات الهواء النقي (جدول ٢-١). وتعتبر التهوية من الوظائف الرئيسة للهواء بعد التنفس الذي يمد الإنسان بالحياة، وتؤثر محدودية المكان (الحيز الفراغي) والكثافة(أعداد المستخدمين) في مستوى التهوية للمكان وبالتالي على مستوى الارتياح الحراري للمستخدمين.

٢-٢- مصادر التهوية

من خلال الدراسات السابقة أمكن تصنيف مصادر التهوية إلى مصادر طبيعية، ومصادر ميكانيكية.

٢-٢-١- المصادر الطبيعية

تعتمد التهوية الطبيعية (Natural Ventilation) على الاستفادة من الهواء الطبيعي وذلك بتمريره إلى الأماكن المرغوب في تهويتها عن طريق فتحات في المبنى أو عن طريق ملاقف الهواء. ويتميز الاعتماد على التهوية الطبيعية بالسهولة والاقتصادية.

٢-٢-٢- المصادر الميكانيكية

تعتمد التهوية الميكانيكية (Mechanical Ventilation) على الأجهزة والمعدات الميكانيكية في توليد الهواء اللازم للتهوية، وتعتبر المراوح بنوعيها الدفع والسحب من أهم الوسائل الميكانيكية المتاحة للتهوية. ويلجأ المصمم عادة لاستخدام التهوية الميكانيكية في حالة تعذر الاعتماد على التهوية الطبيعية أو لعدم كفايتها. وتحتاج التهوية الميكانيكية إلى التشغيل والصيانة مما يترتب علية التزامات مادية وبشرية مستمرة.

جدول (٢-١): مكونات الهواء.

الغاز	الرمز	التركيز (جزء من المليون بالحجم) PPM	التركيز (جزء من المليون بالوزن) PPM	الكتلة الكلية (بالجرام) X ١٠ ٢٠	النسبة المئوية (بالحجم) %
النتروجين	N_2	٧٨٠٩٠٠	٧٥٥١٠٠	٣٨,٦٤٨	٧٨,٠٩٠٠
الأكسجين	O_2	٢٠٩٥٠٠	٢٣١٥٠٠	١١,٨٤١	٢٠,٩٥٠٠
الأرجون	Ar	٩٣٠٠	١٢٨٠٠	٠,٦٥٥٥	٠,٩٣٠٠
ثاني أكسيد الكربون	CO_2	٣٠٠	٤٦٠	٠,٠٢٣٣	٠,٠٣٠٠
النيون	Ne	١٨	١٢,٥	٠,٠٠٠٦٣٦	٠,٠٠١٨
الهليوم	He	٥,٢	٠,٧٢	٠,٠٠٠٠٣٧	٠,٠٠٠٥٢
الميثان	CH_4	٢,٢	١,٢	٠,٠٠٠٠٦٢	٠,٠٠٠٢٢
الكريبتون	Kr	١	٢,٩	٠,٠٠٠١٤٦	٠,٠٠٠١
أكسيد النتروز	N_2O	١	١,٥	٠,٠٠٠٠٧٧	٠,٠٠٠١
الهيدروجين	H_2	٠,٥	٠,٠٣	٠,٠٠٠٠٠٢	٠,٠٠٠٠٥
الزينون	Xe	٠,٠٨	٠,٣٦	٠,٠٠٠٠١٨	٠,٠٠٠٠٠٨
أول أكسيد الكربون	CO	٠,١٠	-	-	٠,٠٠٠٠١
الأوزون	O_3	٠,٠٢	-	-	٠,٠٠٠٠٠٢
ثاني أكسيد النتروجين	NO_2	٠,٠٠١	-	-	٠,٠٠٠٠٠٠١
ثاني أكسيد الكبريت	SO_2	٠,٠٠٠٢	-	-	٠,٠٠٠٠٠٠٠٠٢
أكسيد النتريك	NO	٠,٠٠٠٦	-	-	٠,٠٠٠٠٠٠٠٠٦
الأمونيا	NH_3	٠,٠٠٦	-	-	٠,٠٠٠٠٠٠٠٦
كبريتيد الهيدروجين	H_2S	٠,٠٠٠٢	-	-	٠,٠٠٠٠٠٠٠٠٢
بخار الماء	H_2O	-	-	-	-

المصدر: د. السيد عبد الكريم يعقوب (١٤٢٠هـ)

٢-٣- المتغيرات المؤثرة في التهوية

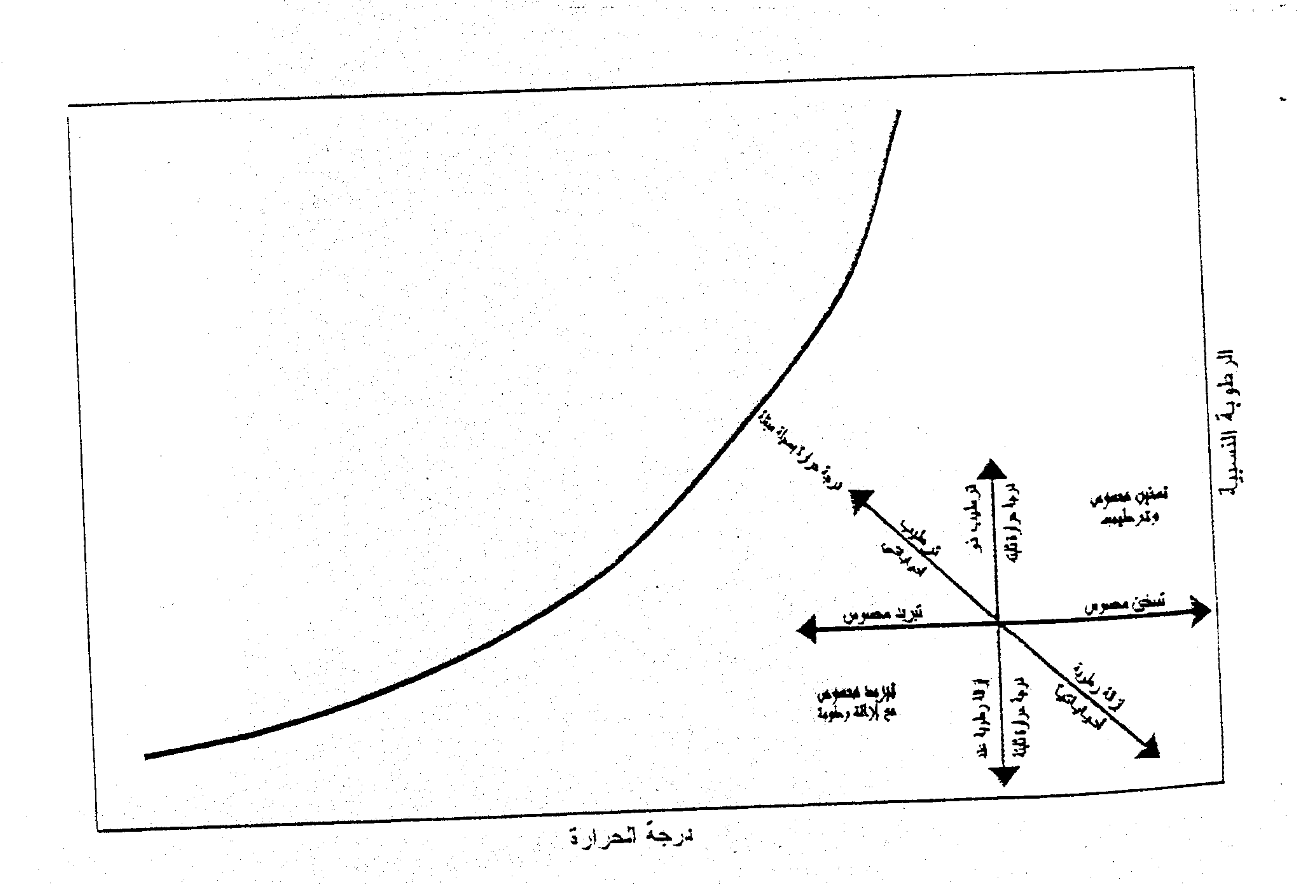
لتوفير جو مناسب (Comfortable Zone) يشعر فيه الإنسان بالراحة الحرارية، (Thermal Comfort) ويستطيع ممارسة الأنشطة المختلفة لابد من التعرف على المتغيرات التي تؤثر في الراحة الحرارية للإنسان. و أهم هذه المتغيرات درجة الحرارة، و الرطوبة النسبية، وحركة الهواء، ومستوى نشاط الفرد الذي يحدد الطاقة المتولدة داخل جسم الإنسان وقيمة العزل الحراري للملابس. والشكل ٢-١ يوضح العمليات الأساسية المستخدمة في تلطيف الجو وهي كالتالي:

١- التسخين و التبريد المحسوس أو التسخين و التبريد دون إضافة أو إنقاص لنسبة الرطوبة وتظهر هذه كخط أفقي في الشكل (٢-١).

٢- ترطيب الهواء أو إزالة رطوبة الهواء عند درجة حرارة ثابتة، وتظهر هذه العملية كخط رأسي في الشكل (٢-١).

٣- الترطيب أو إزالة الرطوبة ادياباتيا وتتبع هذه العملية خط ذي درجة حرارة بصيلة مبتلة ثابتة.

شكل (٢-١) العمليات الأساسية المستخدمة في تكييف الهواء



ولأهمية التعرف على الجو المناسب للارتياح الحراري للإنسان في ظل ظروف معينة مثل العمل، فقد حددت الدراسات والأبحاث الظروف المثلى للراحة الحرارية للإنسان بطريقة محسوسة، واستنتجت معادلات يمكن عن طريقها حساب درجة الحرارة والرطوبة و سرعة الهواء ومتوسط درجة الحرارة الإشعاعية التي تعطي الإحساس الأمثل للراحة الحرارية لإنسان له نشاط معين، ويرتدي ثياباً لها عزل حراري معين و في ظروف معينة، ويوضح الجدول (٢-٢) قيم درجة الحرارة المؤثرة في ظروف معينة لشخص جالس.

جدول ٢-٢: علاقة درجة الحرارة مع الظروف الحرارية المؤثرة.

درجة الحرارة	الظروف الحرارية
٢٠	درجة تبريد الجسم
٢٣,٥	حدود الإحساس الطبيعي بالراحة
٢٥	إحساس بالراحة الحرارية
٣٠	إحساس قليل بعدم الراحة
٣٥	إحساس بعدم الراحة
٤٠	غير مريح إطلاقاً
٤١,٥	الحد الأقصى لفعالية انتقال الحرارة بالتبخر في التأثير على الاتزان الحراري
أعلى من ٤١	يبدأ التسخين لجسم الإنسان

ومن خلال الجدول السابق تتضح أهمية المحافظة على درجة حرارة البدروم مع وجود المصلين في حدود ٢٥ إلى ٣٠ درجة مئوية، مع ضرورة إيجاد الوسائل المناسبة في حالة تعديها ٣٠ درجة مئوية.

الفصل الثالث

منطقة الدراسة

الفصل الثالث

منطقة الدراسة

يعتبر التعرف على الوضع الرهن للبدروم من أولويات دراسة تحسين التهوية حيث يساعد على التعرف على طبيعة المكان، وظروفه البيئية، واستخداماته، وعلاقته ببقية أجزاء الحرم للتعرف على الإمكانيات المتاحة للاستفادة منها من خلال المقترحات والحلول المعمارية والميكانيكية.

٣-١- الموقع والمساحة

يقع البدروم اسفل التوسعة السعودية الأولى، ويشغل معظم الحيز الفراغي المتاح والذي تقدر مساحته بـ ٢٦٤٧٤,٥ متر مربع تقريبا (شكل ٣-١)، ويتسع لـ ٤٦٠٠٠ مصلي تقريبا.

٣-٢- استخدامات البدروم

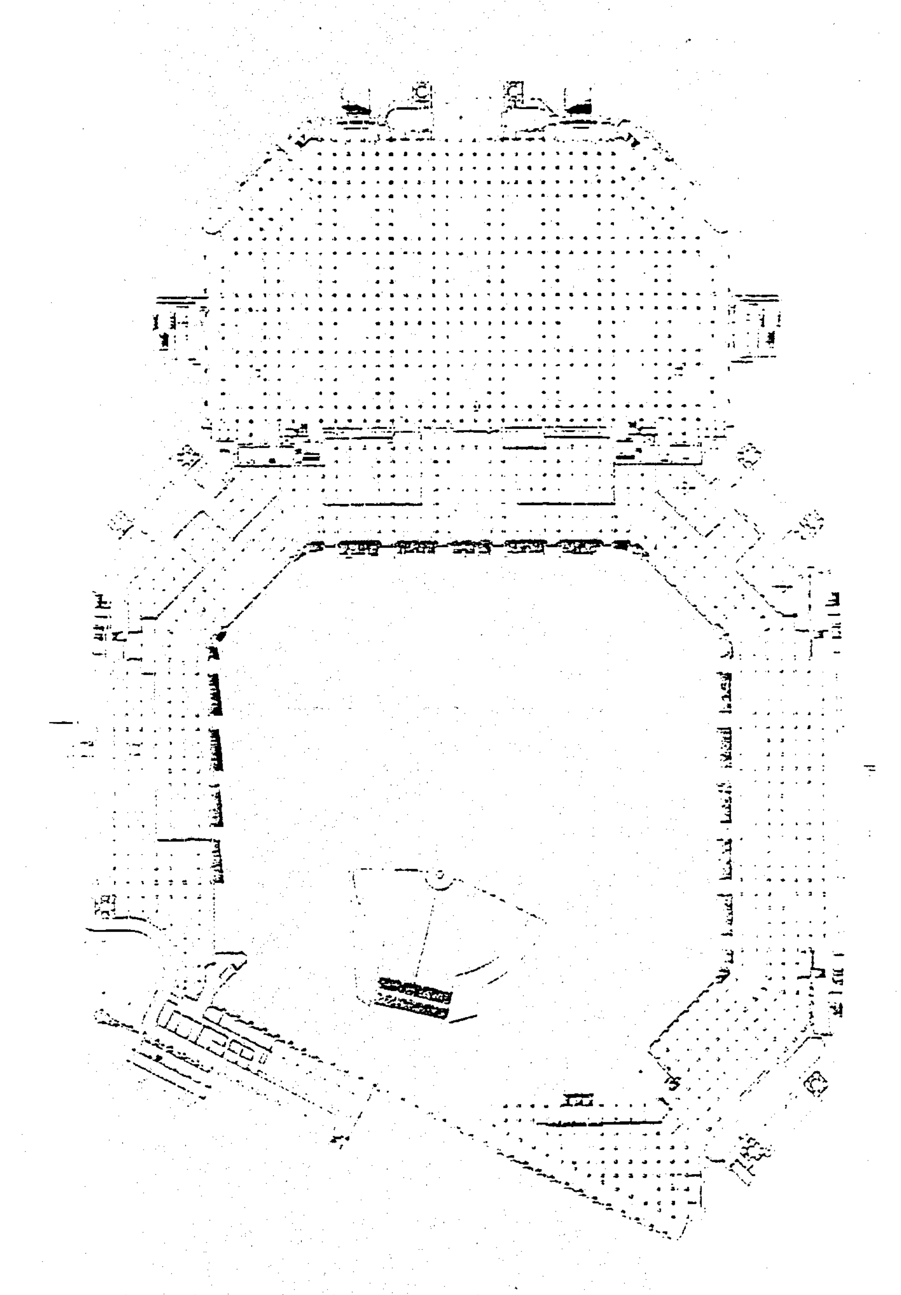
تمثل الصلاة الاستخدام الرئيس للبدروم حيث يخصص الجزء الأكبر من مساحته للصلاة في المواسم (رمضان والحج). إضافة إلى ذلك توجد في البدروم أماكن للوضوء وأخرى لتعبئة حافظات مياه زمزم وعدد من المكاتب والمخازن، وتستقطع الجهات الأمنية حيزا بمنخل منفصل.

ويمكن الوصول إلى البدروم من داخل الحرم وخارجه، وترتبط المداخل الخارجية بالساحات المحيطة بالمسجد الحرام وتكون بعض هذه المداخل فقط للبدروم والأخرى للبدروم وبقية أدوار المسجد الحرام بأبراج سلالم مربعة حول فتحات كبيرة (بئر السلم)، في حين ترتبط المداخل الداخلية بالرواق العثماني والذي يرتبط مع بدروم المسجد الحرام ارتباطا مباشرا بعدد من الدرج ويختلف عدد الدرج باختلاف المناسيب المتاحة.

٣-٣- النظام الإنشائي للبدروم

يعتمد النظام الإنشائي البدروم المسجد الحرام على النظام العادي والمكون من القواعد والأعمدة والسقف العادي (بلاطة عادية، وكمرات ساقطة) ويشترك النظام الإنشائي للبدروم مع النظام الإنشائي للدور الأرضي للمسجد الحرم في بعض المناطق، ويؤثر النظام الإنشائي العادي للسقف و الكمرات الساقطة في خفض سقف البدروم ويساعد في التسبب في مشكلة الاحتباس الحراري ورفع درجة الحرارة، وانعدام حركة الهواء.

شكل ٣-١: بدروم المسجد الحرام.



٣-٤- الإضاءة و التهوية والتكيف

يعتمد البدروم على الإضاءة الصناعية لتوفير الإضاءة الكافية وذلك لانحصار الإضاءة الطبيعية في الجهات القريبة من الرواق القديم، في حين لا توجد أية فتحات من الجهات الداخلية، وذلك لانخفاض مستوى البدروم عن الساحات الخارجية بما يزيد عن مترين تقريباً.

وفي الوضع الحالي لا يوجد نظام للتكييف في البدروم رغم ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة، ويعتمد على التهوية باستخدام المراوح السقفية والتي لا تؤثر لعدم وجود مجال لحركة الهواء، وعدم وجود تيارات هوائية طبيعية، إضافة لما تسببه من إزعاج للمصلين.

٣-٥- الظروف البيئية للبدروم

تمثل الظروف البيئية للبدروم أهم المشاكل التي تؤثر على المصلين وخصوصاً في أيام الصيف، والتي تعتبر من الأيام الحارة نظراً لوقوع مكة المكرمة داخل الحزام الصحراوي المماثل لمناخ المناطق الصحراوية الحار جاف في معظم أيام السنة حيث ترتفع الحرارة في فصل الصيف إلى ما فوق الأربعين، ويصل معدل الرطوبة إلى أكثر من ٦٠ %، إضافة إلى هبوب الرياح الحارة الجافة القادمة من الجهة الشمالية الغربية.

٣-٥-١- التهوية الطبيعية للبدروم

تعتمد التهوية الطبيعية في البدروم على الهواء الذي يصل إلى البدروم عن طريق الفتحات الموجودة في منطقة الربط مع الدور الأرضي للمسجد الحرام (المداخل من جهة الرواق)، ويعتمد على المراوح المثبتة في السقف على تحريك الهواء، غير أن مستوى التهوية يختلف داخل البدروم من مكان لآخر، وقد يصل في بعض المناطق إلى الانعدام الكامل.

٣-٥-٢- الحمل الحراري

لحساب الحمل الحراري للبدروم فقد تم حساب المساحة الفعلية للبدروم بعد خصم مساحة الأعمدة (جدول ٣-١) وافتراض أن ١٠% من مساحة البدروم تستغل لأنشطة غير الصلاة إضافة إلى الممرات وحيث إن المساحة الإجمالية للبدروم ٢٦٤٧٤,٥م٢ فإن المساحة المخصصة للصلاة = المساحة الإجمالية - (مساحة الأعمدة + المساحات المستغلة لغير الصلاة)

المساحة المخصصة للصلاة= ٢٦٤٧٤,٥ - (٨٦٦ + ٢٦٤٧) =٢٢٩٦١,٥ م٢

جدول ٣-١ مساحة الفراغ بدور البدروم

المنطقة	إجمالي مساحة المنطقة	مساحة الأعمدة (فئة أ) بالأمتار			مساحة الأعمدة (فئة ب) بالأمتار			مساحة الأعمدة (فئة ج) بالأمتار	إجمالي مساحة الأعمدة	إجمالي المساحة بدون الأعمدة
		مساحة العمود	عدد الأعمدة	مساحة الأعمدة	مساحة العمود	عدد الأعمدة	مساحة الأعمدة			
A	٧٨،١٦٦٨	١	٤٩	٤٩	٠،٥٦٢٥	١٠	٦٢٥،٥	-	٦٢٥،٥٤	١٥٥،١٦١٤
B	٢٦٤٦,٤٠٩٠	١	٣٦	٣٦	٠،٥٦٢٥	٢٢	٣٧٥،١٢	٧٢.١٣٣٤	٥٠٧٤،١٢٠	٧٢٢٥،٥٦٥٥
C	٥٧٧٦,٢٢٩٩	١	١٢١	١٢١	٠،٥٦٢٥	٥٠	١٢٥،٢٨	٢٦.٩٤٣٢	٠٦٧٢،١٧٦	١٦٢٧،٥٦٠٠
D	٢٧١٧,٠٤٣١	١	٣٧	٣٧	٠،٥٦٢٥	٢٢	٣٧٥،١٢	٤٧.١٧٣٤	٧٩٨٤،٩٦	٢٤٤٧،٢٦٦٢٠
E	٥٣٩٥,٤٠٠٨	١	١٣٥	١٣٥	٠،٥٦٢٥	٥٨	٦٢٥،٣٢	-	٦٢٥،١٦٧	٧٧٥٨،٥٢٢٧
F	٢٩٤٣,٩١٠٧	١	٤١	٤١	٠،٥٦٢٥	٣٧	٨١٢٥،٢٠	٣٩.٨٧٦٧	٦٨٩٢،١٠١	٢٢١٥،٢٨٤٢
G	٤١١٠,٠٣٥٣	١	٩٨	٩٨	٠،٥٦٢٥	٣٢	٠٠٠٠،١٨	١١.٥٩٦٦	٥٩٦٦،١٢٧	٤٣٨٧،٣٩٨٢
H	١٢١٦,٦٥٦٨	١	١٣	١٣	٠،٥٦٢٥	١٥	٤٣٧٥،٨	-	٤٣٧٥،٢١	٢١٩٣،١١٩٥
	٤٦٥٦,٢٦٤٧٤						٣٧٥،١٣٨	-	٣٤٦٣،٨٦٦	١١٩٣،٢٥٦٠٨

وبافتراض أن عدد المصلين في المتر الواحد شخصان فإن إجمالي عدد المصلين في البدروم تقريبا = ٥, ٢٢٩٦١ × ٢ = ٤٥٩٢٣ مصلي

وحيث إن كمية الحرارة التي ينتجها الشخص وهو يعمل عملاً خفيفاً مثل الصلاة تمثل

$q_S = 75\ W$ (Sensible heat) $\qquad q_L = 55\ W$ (Latent heat)

فإن إجمالي الحرارة الناتجة عن المصلين = ٤٥٩٢٣ × (٧٥+٥٥) = ٥٩٦٩٩٩٠ وات = ٥٩٧٠ كيلو وات إضافة إلى كمية الحرارة الناتجة عن الإضاءة:

$w = 5\ watts/m^2 \qquad A = 25610\ m^2$

$q_{Li} = 4.1 * A * w = 4.1 * 25610 * 5 = 525\ kW$

كمية الحرارة الناتجة عن الإضاءة = ٤،١ × مساحة البدروم × كمية الحرارة الناتجة لكل متر مربع = ٤،١ × ٢٥٦١٠ × ٥ = ٥٢٥ كيلو وات

إجمالي الحمل الحراري= إجمالي الحرارة الناتجة عن المصلين+ كمية الحرارة الناتجة عن الإضاءة = ٥٩٧٠ + ٥٢٥ = ٦٤٩٥ كيلو وات

وبناء على نتائج القياسات لمحطات الرصد والقياسات للظروف البيئية المناخية والموضحة في جدول ٥-١ متوسط القياسات في البدروم مع عدم وجود أشخاص (مصلين) . وبإضافة أجمالي الحمل الحراري فإن هذا الحمل يزيد درجات حرارة البدروم في حالة الذروة , وبافتراض أن درجة الحرارة ارتفعت إلى (٥) خمسة درجات تقريباً فان الظروف البيئية تصبح كالتالي:

درجة الحرارة	٤١	درجة مئوية
الرطوبة النسبية	٢٣	%
درجة حرارة بصلة مبتلة ثابتة	٢٣	درجة مئوية

وحيث أن درجات الحرارة في الدور الأرضي اقل من السطح أو الساحات المحيطة بالمسجد الحرام فان نظام التهوية للبدروم سوف يكون عن طريق سحب الهواء من الدور الأرضي إلى البدروم وسحب الهواء الساخن إلى خارج البدروم، وباستخدام درجات الحرارة والرطوبة بعد ارتفاعها بالإضافة إلى الظروف البيئية للدور الأرضي والموضحة في جدول ٥-٢ بخريطة السيكومتر (SI ASHRAE Psychometric Chart) نستنتج أن:

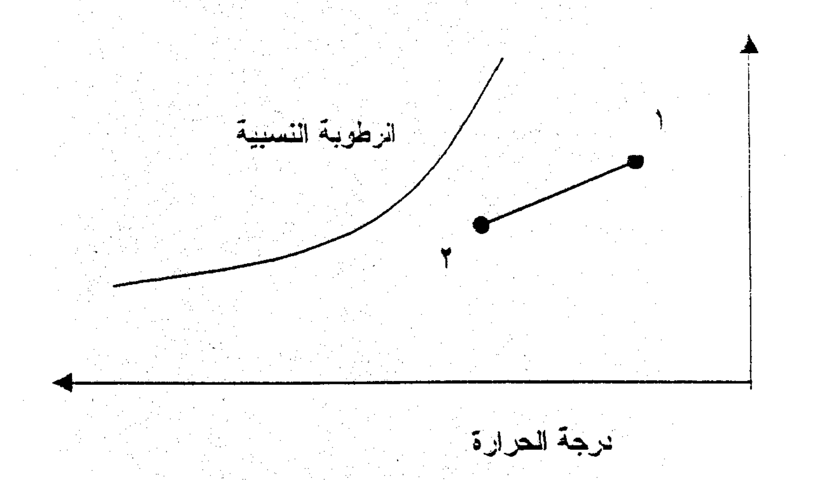
h_1: أنثالبي هواء البدروم = ٦٨ كيلو جول / كجم

h_2: أنثالبي هواء الدر الأرضي = ٦١ كيلو جول / كجم

v_2: الحجم النوعي = ٠،٨٨٢٥ متر مكعب / كجم

وبتمثيل معادلة الاتزان الحراري بخريطة السيكومتر والموضحة في الشكل ٣-٢ نستطيع أن نستنتج كمية الهواء المطلوب سحبه من الدور الأرضي إلى البدروم كالتالي:

شكل ٣-٢ يوضح تمثيل معادلة الاتزان الحراري



$$q_T = \dot{m}_T (h_1 - h_2)$$ (معادلة الاتزان الحراري)

$$\dot{Q} = 3586800 \ m^3/hr \ (\dot{m}_T = 1129 \ kg/\sec)$$

كمية الهواء = ٣٥٨٦٨٠٠ متر مكعب / ساعة

الفصل الرابع

الأعمال والقياسات الميدانية

ومناقشة أهم النتائج

الفصل الرابع
الأعمال والقياسات الميدانية وأهم النتائج

تعتبر الأعمال والقياسات الميدانية من أهم وأصعب مراحل جمع المعلومات، وتركزت في هذه الدراسة في التعرف على الوضع الراهن للبدروم وعلى عناصره المعمارية والإنشائية وتحديد المناطق ضعيفة التهوية، إضافة إلى القياسات وأخذ القراءات في أوقات، وأماكن، وظروف مختلفة وذلك للتعرف على الظروف البيئية للبدروم.

٤-١- القياسات الميدانية

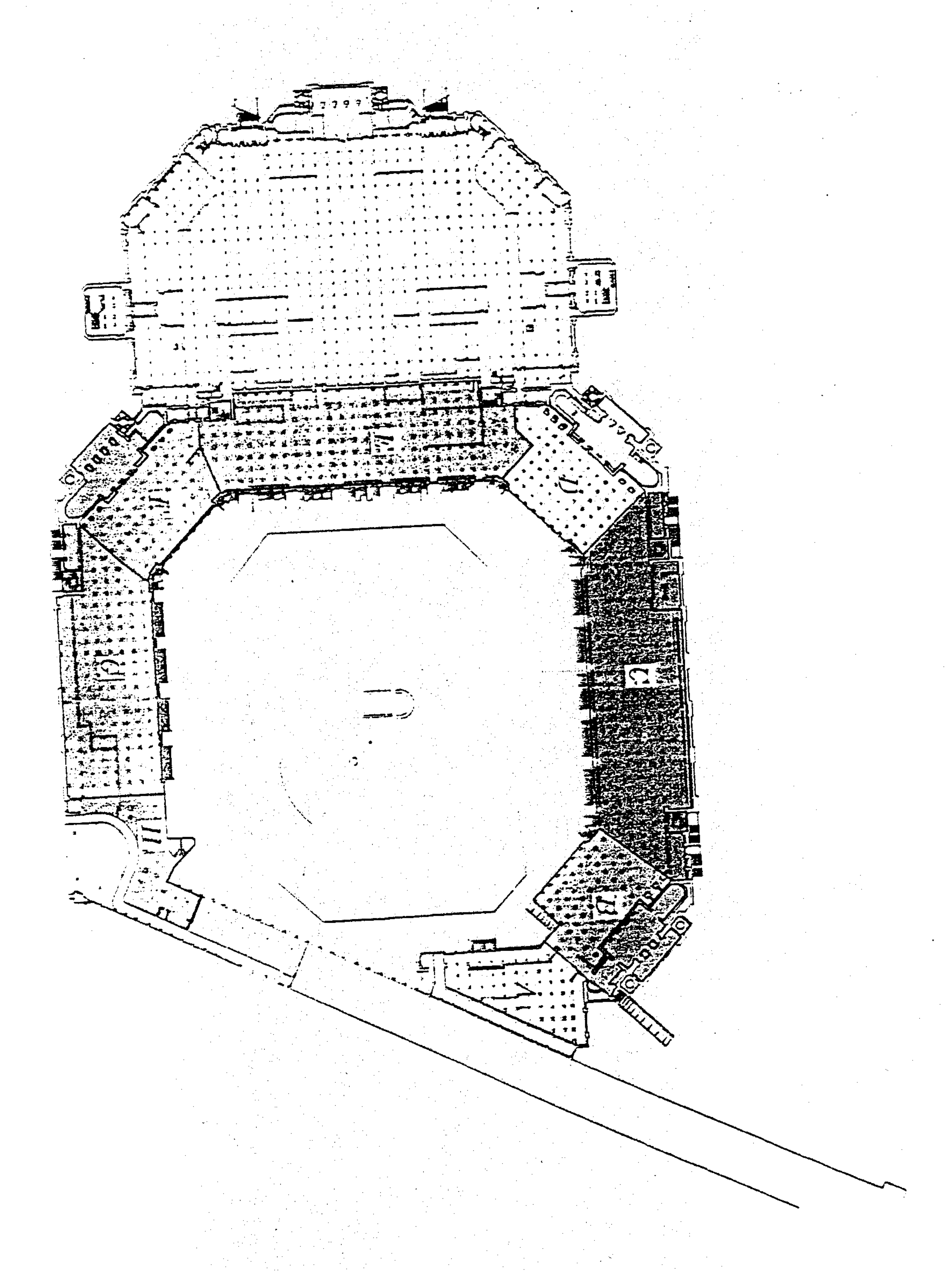
وقد تم تقسيم البدروم إلى ثمانية مواقع (الشكل ٤-١)، حيث تم تركيب عدد من المحطات الأتوماتيكية لقياس درجات الحرارة والرطوبة النسبية، ودرجة حرارة الندى، ودرجة حرارة بصيلة مبتلة ثابتة، وسرعة واتجاه الهواء والتي يتم تسجيلها في مجمع بيانات يتم تفريغها في الحاسب الآلي عن طريق حلابة جمع البيانات من المحطة، وقد استمرت أعمال القياس للمواقع الثمانية لمدة أسبوعين وعلى مدار الساعة.

و لأهمية معرفة الظروف البيئية الخارجية المحيطة بالبدروم، فقد تم إجراء بعض القياسات في الطابق الأرضي للمسجد الحرام أمام السلالم الموصلة بين البدروم والدور الأرضي، إضافة إلى القياسات التي تم الحصول عليها من المحطات الثابتة في منطقة الحرم.

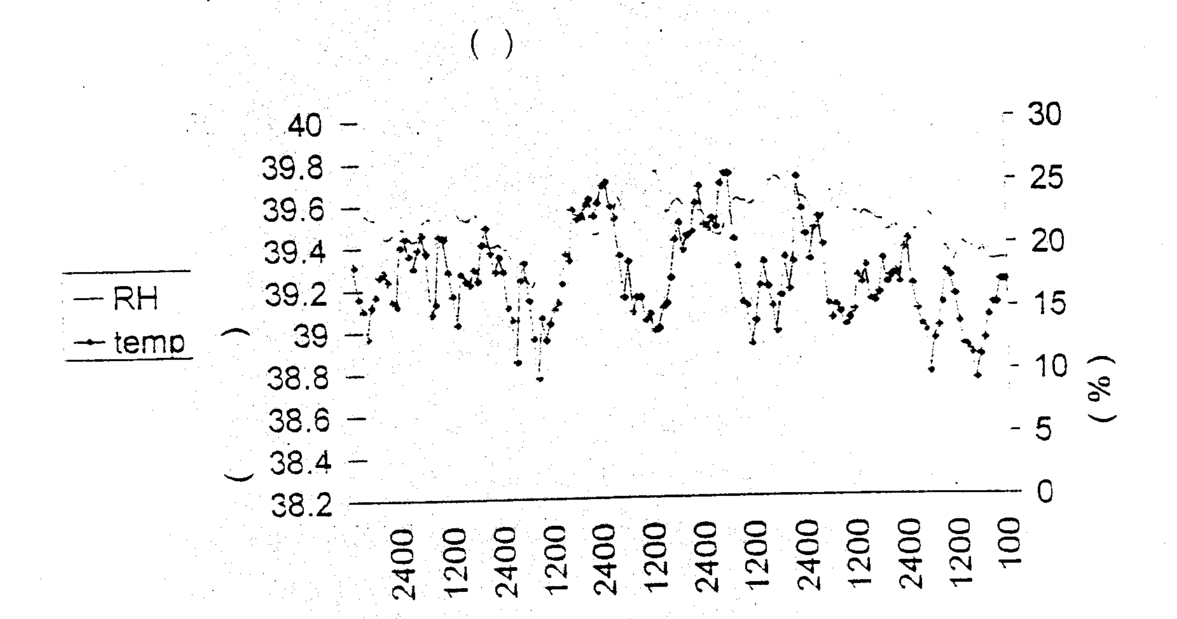
وكان من أهم مراحل القياس التأكد من سلامة الأجهزة الثابتة في المحطات بالإضافة إلى أجهزة القياس اليدوية و تمت معايرتها لقياس درجات الحرارة ,الرطوبة النسبية و درجة حرارة بصيلة مبتلة ثابتة وسرعة واتجاه الهواء ...... الخ

وتوضح الرسوم البيانية في الأشكال (٤-٢، ٤-٣، ٤-٤,٤-٥، ٤-٦، ٤-٧، ٤-٨،٤-٩) بعض القراءات التي تم تسجيلها في المواقع الثمانية من البدروم.

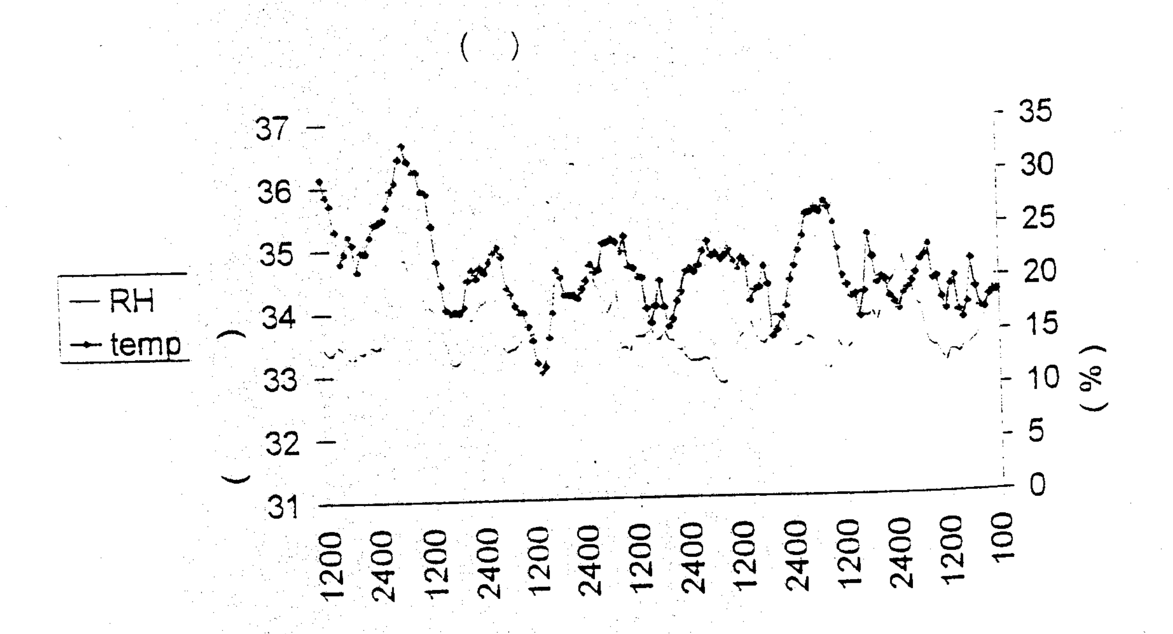
شكل ٤-١: أجزاء البدروم الثمانية.



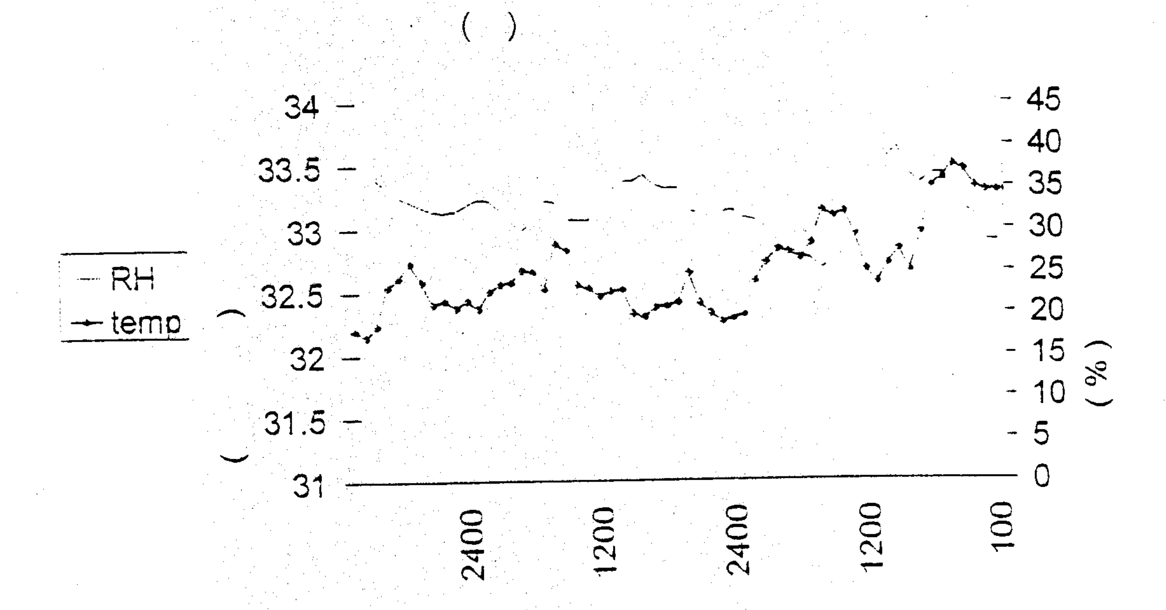
شكل ٤-٢: قراءات الموقع A.



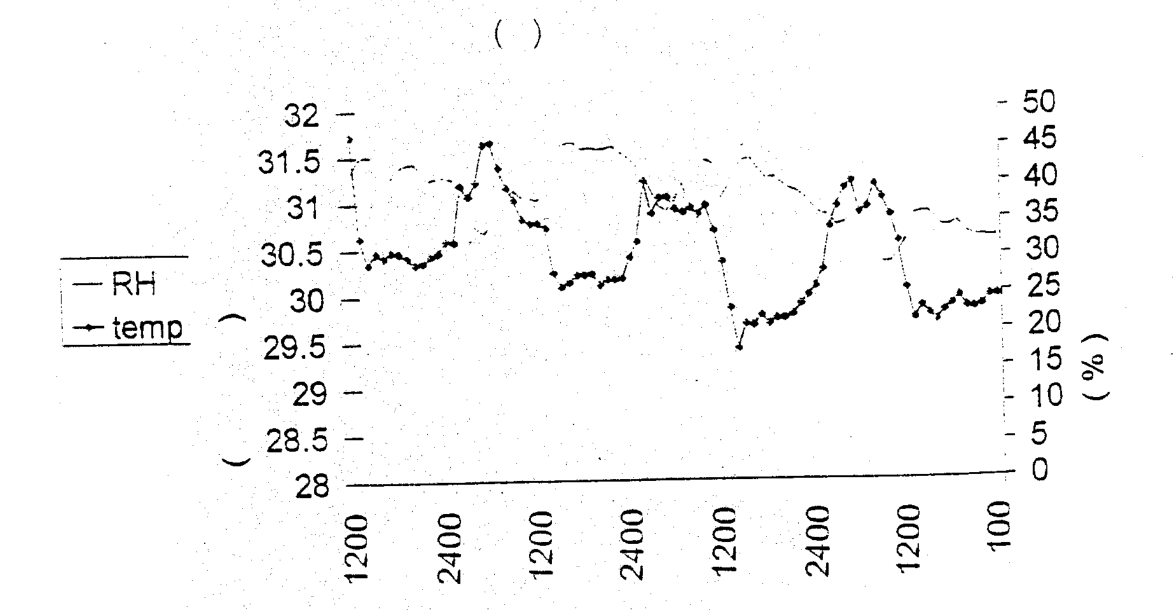
شكل ٤-٣: قراءات الموقع B.



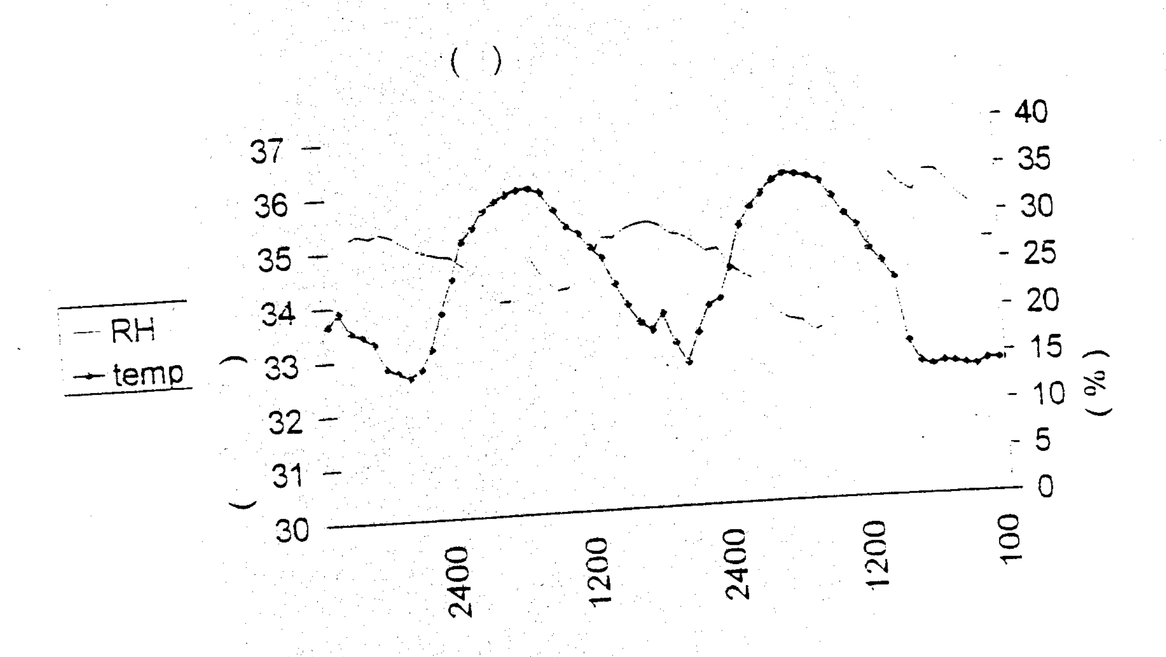
شكل ٤-٤: قراءات الموقع C.



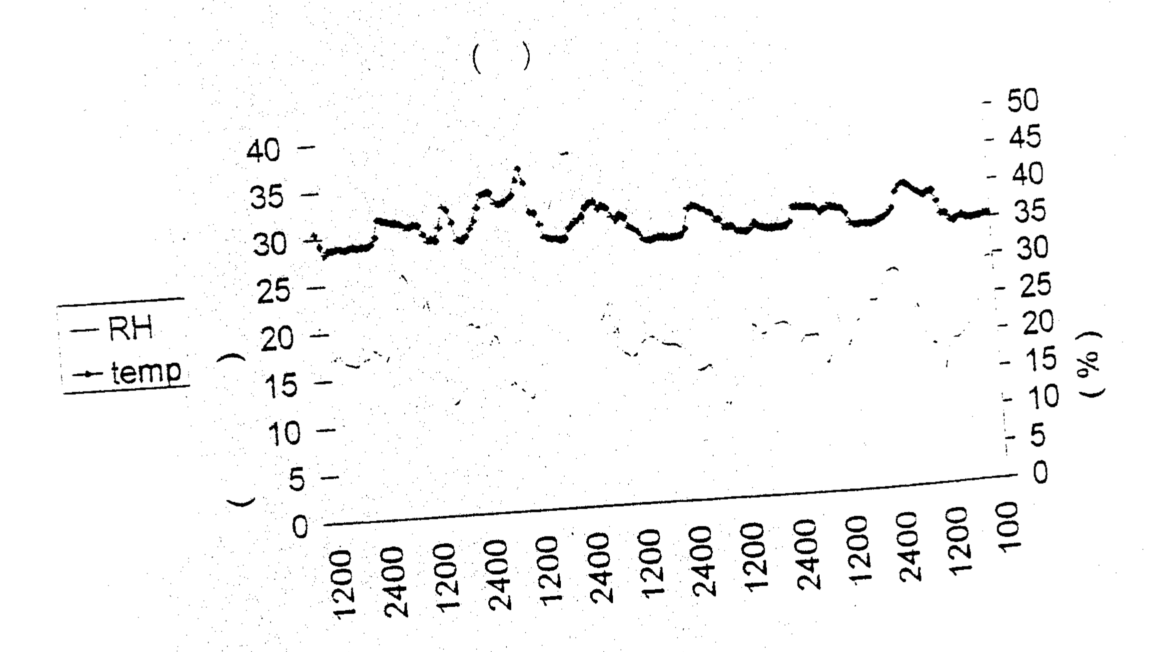
شكل ٤-٥: قراءات الموقع D.



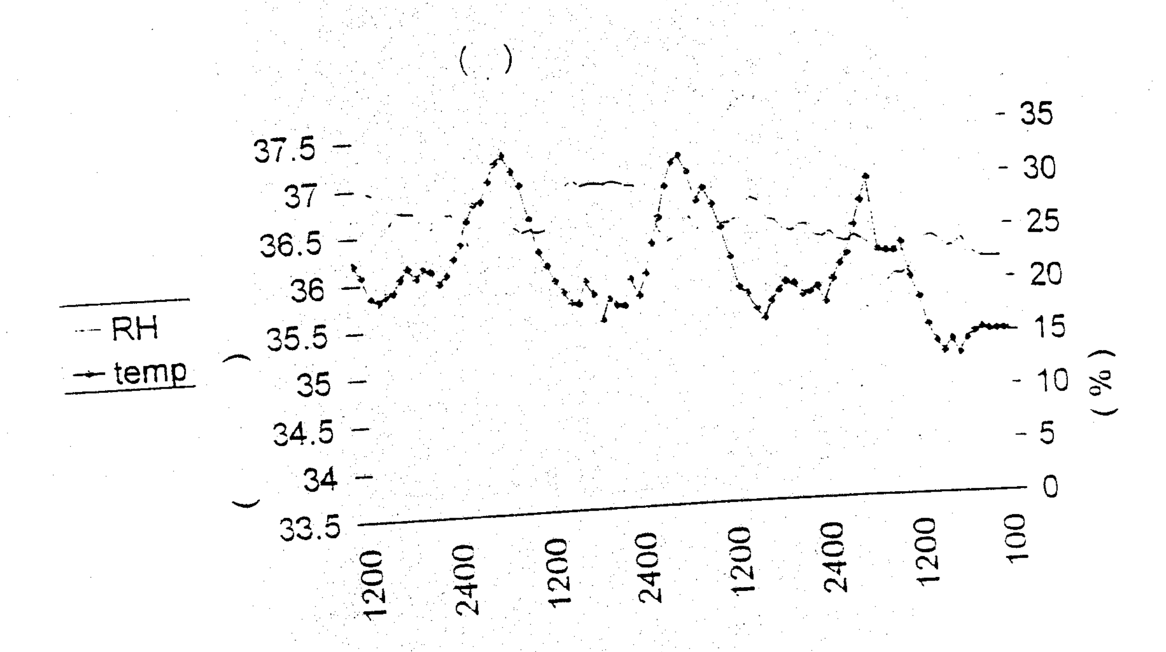
شكل ٤-٦: قراءات الموقع E.



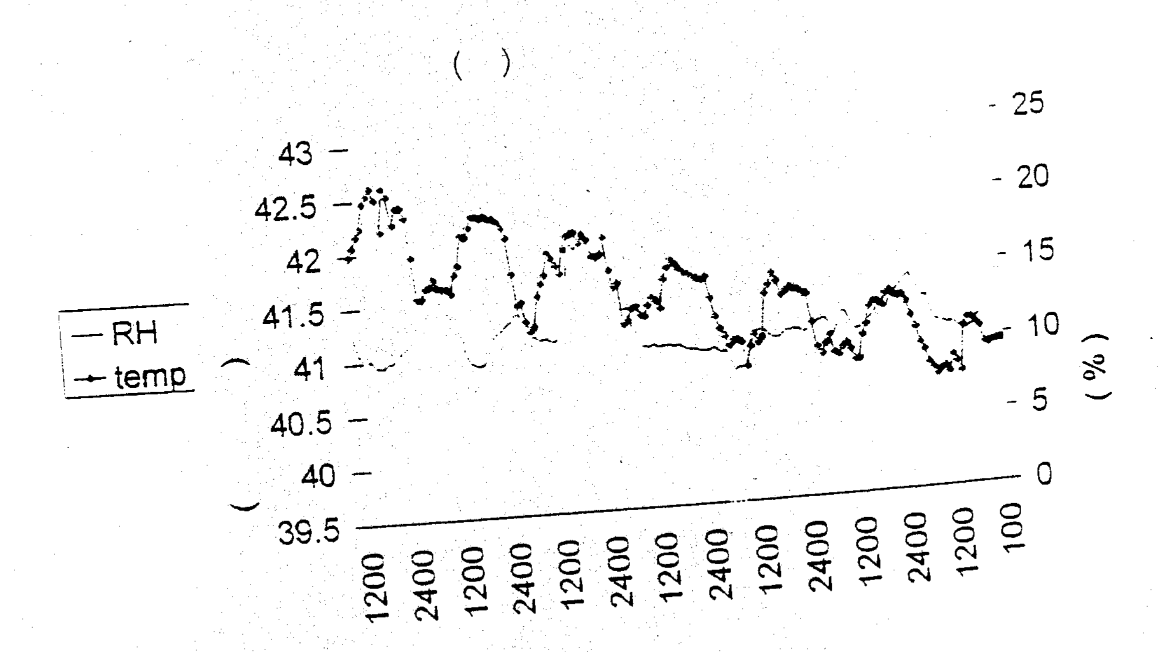
شكل ٤-٧: قراءات الموقع F.



شكل ٤-٨: قراءات الموقع G.



شكل ٤-٩: قراءات الموقع H.



٤-٢- أهم النتائج

ومن خلال تحليل المعلومات التي تم تجميعها من الأعمال الميدانية تم التوصل إلى عدد من النتائج التي سنوردها ونناقش أهمها في هذا الفصل.

٤-٢-١- الظروف البيئية المناخية

بعد دراسة نتائج القياسات لمحطات الرصد والقياس في المواقع الثمانية داخل البدروم، اتضح أن متوسط القياسات مع عدم وجود أشخاص هي:

جدول ٥-١: متوسط القياسات في البدروم:

درجة الحرارة	٣٦	درجة مئوية
الرطوبة النسبية	٢١،٣	%
درجة حرارة بصيلة مبتلة ثابتة	١٩،٠	درجة مئوية
سرعة الهواء	صفر	عقدة

جدول ٥-٢: متوسط القياسات في الطابق الأرضي:

درجة الحرارة	٣٣،٩	درجة مئوية
الرطوبة النسبية	٣١،١	%
درجة حرارة بصيلة مبتلة ثابتة	٢٠،٩	درجة مئوية
سرعة الهواء	صفر	عقدة

ومن خلال الجدول (٥-١) يتضح ارتفاع درجة الحرارة داخل البدروم عن المعدل الطبيعي للارتياح الحراري وذلك بدون وجود المصلين، وانخفاض معدل الرطوبة النسبية وانعدام حركة الهواء.

٤-٢-٢- مناطق ضعف التهوية

ومن المعاينة الميدانية للبدروم أمكن تقسيم البدروم إلى ثلاثة أقسام أو مناطق من ناحية التهوية كما يلي:

١- منطقة معدومة التهوية، وتمثل المنطقة الواقعة تحت قبة الصفا والمنطقة الواقعة شرق باب الفتح (مكاتب شركة التشغيل والصيانة).

٢- منطقة ضعيفة التهوية، وتمثل المنطقة التي لا ترتبط بالدور الأرضي مباشرة والواقعة تحت باب الملك عبد العزيز وباب الفتح وباب العمرة.

٣- منطقة مقبولة التهوية، وتمثل المنطقة ذات الاتصال المباشر مع الدور الأرضي عن طريق الفتحات المستخدمة كدرج للدخول والخروج.

٤-٢-٣- أسباب ضعف التهوية وارتفاع درجة الحرارة

وكان من أهم نتائج المعاينة الميدانية التعرف على أسباب ضعف التهوية، وأسباب ارتفاع درجة الحرارة، والتي تمثلت في:

١- عدم وجود فتحات لتمرير الهواء وخصوصاً في المناطق الواقعة تحت قبة الصفا وشرقي باب الفتح.

٢- انخفاض منسوب سقف البدروم عن منسوب الأرض الخارجية بمسافة كبيرة تزيد عن المترين.

٣- انخفاض سقف البدروم مع استخدام الكمرات الساقطة، والذي يساعد على الاحتباس الحراري.

٤- وجود عدد من مخارج المكيفات في بعض أجزاء البدروم التي تبعث الهواء الحار إلى داخل البدروم.

٥- عدم وجود نظام تهوية وتبريد والاعتماد على المراوح السقفية التي لا تساعد على التهوية في المناطق المغلقة وعند انعدام حركة الهواء.

الفصل الخامس

الحلول والمقترحات والتوصيات

الفصل الخامس

الحلول والمقترحات والخلاصة والتوصيات

ومن خلال أهم النتائج التي تم استخلاصها ومناقشتها في الفصل السابق يركز هذا الفصل على تطوير عدد من الحلول والمقترحات والتي يمكن تصنيفها إلى حلول معمارية وحلول ميكانيكية إضافة إلى الخلاصة والتوصيات.

٥-١- الحلول المعمارية

بدراسة الوضع الراهن للبدروم أمكن التوصل إلى عدد من الحلول والاقتراحات المعمارية التي تساعد على تحسين تهوية البدروم وتشتمل على ما يلي:

١- الاستفادة من فتحات الدرج المربع الواصل من البدروم إلى سطح المسجد الحرام وذلك بعمل ملاقف هواء عملاقة لنقل الهواء من الخارج إلى البدروم مع مراعاة اتجاه الرياح طوال العام على أن لا تؤثر على الشكل العام للمناطق المحيطة بها والدرج.

٢- استبدال الحوائط الخرسانية المحيطة بالدرج الواقع عند قبة الصفا بمصبعات (شبوك) حديدية حتى تساعد على تمرير الهواء إلى المنطقة الواقعة تحت قبة الصفا، والتي تعتبر أكثر تضررا.

٣- عمل فتحات في سقف البدروم في المناطق ما بين أعمدة الدور الأرضي والتي لا تتعارض مع أماكن الصلاة والممرات حيث تساعد على تخفيف الاحتباس الحراري داخل البدروم وتعطي مجال لتحريك الهواء بصعود الهواء الساخن من خلال الفتحات وإحلال هواء اقل حرارة مكانه.

٥-٢- الحلول الميكانيكية

تتركز الحلول والمقترحات الميكانيكية في سحب الهواء الساخن من البدروم واستبداله بهواء نقي من الخارج واشتملت الحلول والمقترحات على ما يلي:

١- تخصيص جزء من منطقة الدخول للبدروم من الدور الأرضي (الدرج الرابط) لتركيب مراوح لسحب الهواء الحار من البدروم مع مراعاة حركة المشاة والمصلين ويمكن تخصيص بعض الدرج للمراوح فقط.

٢- الاستفادة من الدرج الواصل من البدروم إلى السطح بإنشاء ممر للهواء مرتبط بمروحة عملاقة لسحب الهواء النقي من سطح المسجد الحرام ودفعه إلى البدروم عبر الممر مع إمكانية عمل ممر علوي مواز لممر التمديدات الموجود في سقف البدروم لإيصال الهواء النقي إلى معظم أجزاء البدروم.

٣- الاستفادة من المقترح المعماري والمتمثل في عمل فتحات في سقف البدروم وذلك بتركيب مراوح سحب وأخرى للدفع على الفتحات المقترحة مع مراعاة الفصل بين السحب والدفع.

٥-٣- الخلاصة والتوصيات

بما أن درجة الارتياح الحراري للشخص في حدود ٢٥ درجة مئوية، ومتوسط درجة الحرارة في البدروم عند أعداد هذه الدراسة وصل إلى ٣٦ درجة مئوية في أوقات معتدلة وبدون وجود للمصلين فيتوقع أن تتجاوز درجة حرارة البدروم عند ما يمتلئ بالمصلين في الأوقات الحارة الأربعين فيصبح تحقيق الارتياح الحراري والحصول على الجو المناسب بواسطة التهوية غير ممكن، خصوصاً وان الهواء والذي سيسحب من الخارج اسخن من الهواء المجود داخل البدروم.

ولتحقيق الارتياح الحراري للمصلين، وتوفير الجو المناسب في ظل الظروف المناخية الصعبة للبدروم فان التكييف هو الوسيلة الأنسب لذلك، وعليه توصي هذه الدراسة بضرورة تكييف البدروم، وعمل دراسة مفصلة لاختيار النظام الأنسب والأفضل لذلك.

المراجع والمصادر

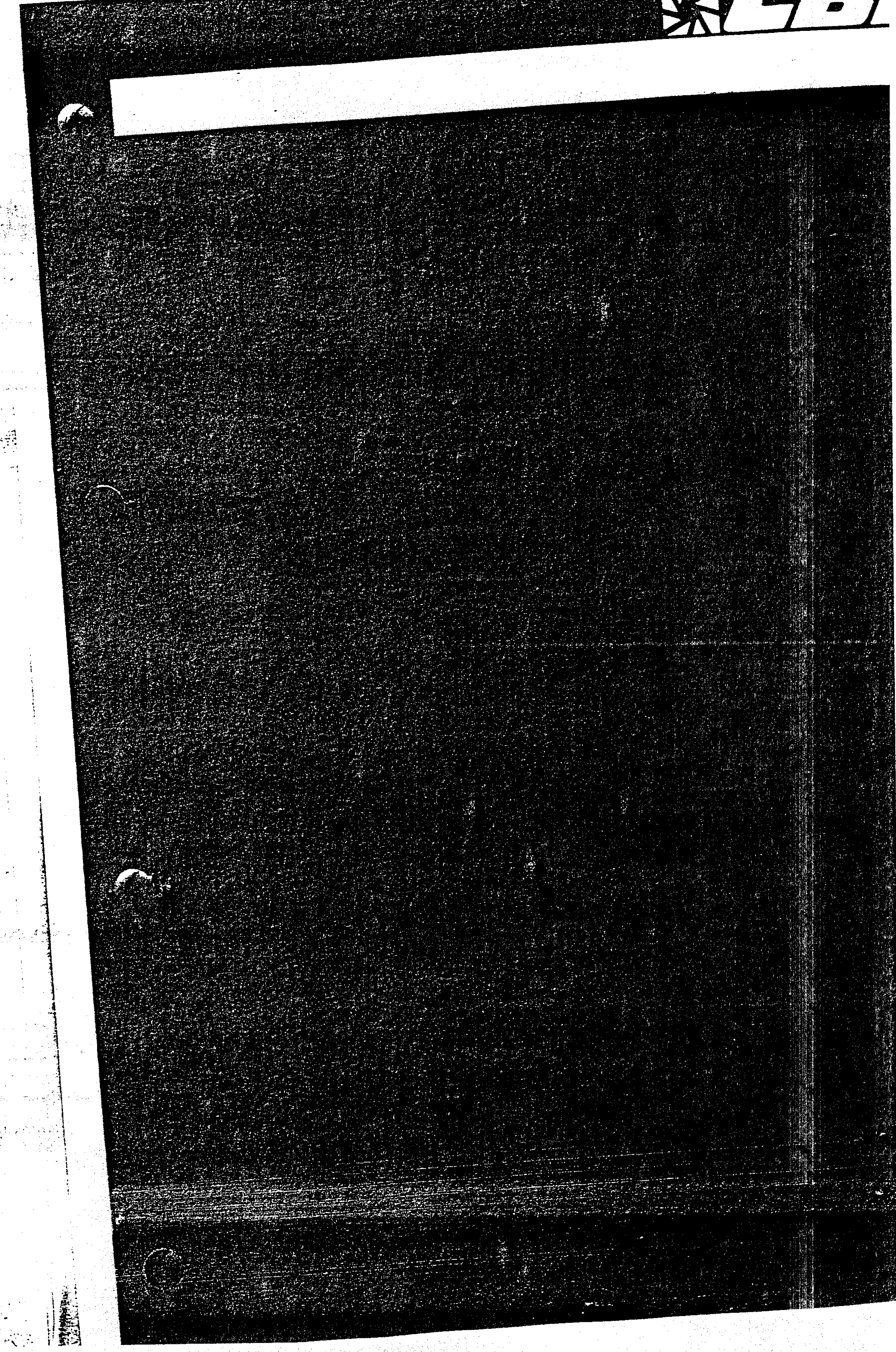
- السيد عبد الكريم يعقوب وآخرون (١٤٢٠هـ) جودة الهواء في الأماكن المغلقة داخل الحرم المكي الشريف من الناحيــة الكيميائيــة والميكروبيولوجيــة، معـهد خــادم الحرميـن الشـريفين لأبحاث الحج، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

- مصطفى السيد وآخـرون (١٤١٥هـ) هندسـة التبريد وتكييـف الـهواء، جامعـة الملك عبـد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية.

- ASHRAE(1999) Handbook of HVAC Applications Volume, American Socity of Heating, Refrigrating and Air Conditioning Engineers,Inc., Atlanta, U. S. A.

- F. C. McQuiston and J. D. Parker, "Heating, Ventilating, and Air Conditioning nalysis and Design", 4th. Edition, John Wiley and Sons, Inc.

الملاحق


CB



$Pv = \frac{V\,pt}{1000\,\eta}$ [kW]

$Pv_{(V=0)} = 169 \left(\frac{n}{1000}\right)^3$ [kW]

ChB 73



Wheel diameter Laufraddurchmesser Diamètre de la turbine Diametro girante	Rpm U/min Tr/min Giri/min	WD^2 GD^2 PD^2 PD^2	Class Klasse Classe Classe
2010 mm	460 max	1318 kgm^2	I
	670 max	1387 kgm^2	II
	850 max	1664 kgm^2	III

RPM - U/MIN / TR/MIN - GIRI/MIN

kg/m² · Pa

+20°C - TOTAL PRESSURE - GESAMTDRUCK - PRESSION TOTAL - PRESSIONE TOTALE

VELOCITY PRESSURE - DYNAMISCHER DRUCK - PRESSION DYNAMIQUE - PRESSIONE DINAMICA

L_{pa} = Sound pressure level in dBA at 1.5 m in free field

L_{pa} = Schalldruckpegel in dBA ... Abstand im freien Feld

L_{pa} = Niveau de pression acous... dBA a la distance de 1.5 ... champ libre

L_{pa} = Livello di pressione so... dBA alla distanza di 1.5 ... campo libero

VOLUME - FORDERLEISTUNG - DEBIT - PORTATA

OUTLET VELOCITY - LUFTGESCHWINDIGKEIT IM AUSBLAS - VITESSE DE L'AIR AU REFOULEMENT - VELOCITA' DELL'ARIA IN USCIT...



$$Pv = \frac{V\,pt}{1000\,\eta}\ [kW]$$

$$Pv_{(V=0)} = 23{,}1 \left(\frac{n}{1000}\right)^3$$

ChB 4



Wheel diameter Laufraddurchmesser Diamètre de la turbine Diametro girante	Rpm U/min Tr/min Giri/min	WD^2 GD^2 PD^2 PD^2	Class Klasse Classe Classe
1350 mm	**690 max**	**196 kgm²**	**I**
	990 max	**196 kgm²**	**II**
	1260 max	**236 kgm²**	**III**



kg/m² Pa

RPM - U/MIN / TR/MIN - GIRI/MIN

+20°C - TOTAL PRESSURE - GESAMTDRUCK - PRESSION TOTAL - PRESSIONE TOTALE

kg/m²: 0, 10, 50, 100, 200, 300, 400, 500

Pa: 0, 100, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000

RPM curves: 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200

Efficiency: 78 %, 80 %, 86 %, 80 %, 70 %, 60 %, 50 %

kW max

Lpa

VELOCITY PRESSURE - DYNAMISCHER DRUCK - PRESSION DYNAMIQUE - PRESSIONE DINAMICA

L_{pa} = Sound pressure level in dBA at 1.5 m in free field

L_{pa} = Schalldruckpegel in dBA, 1.5 m Abstand im freien Feld

L_{pa} = Niveau de pression acoustique en dBA a la distance de 1,5 m en champ libre

L_{pa} = Livello di pressione sonora in dBA alla distanza di 1,5 m in campo libero

0 4 8 12 16 20 24 28 32 36

VOLUME - FORDERLEISTUNG - DEBIT - PORTATA

0 20000 40000 60000 80000 100000 120000 1400[00]

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28

OUTLET VELOCITY - LUFTGESCHWINDIGKEIT IM AUSBLAS - VITESSE DE L'AIR AU REFOULEMENT - VELOCITA' DELL'ARIA IN USCITA





$$Pv = \frac{V\,pt}{1000\,\eta}\,[kW]$$

$$Pv_{(V=0)} = 1{,}94\left(\frac{n}{1000}\right)^3 [kW$$

Wheel diameter Laufraddurchmesser Diamètre de la turbine Diametro girante	Rpm U/min Tr/min Giri/min	WD^2 GD^2 PD^2 PD^2	Class Klasse Classe Classe
836 mm	**1650 max**	**24 kgm²**	**II**
	2100 max	**29 kgm²**	**III**

ChB 3(



kg/m² Pa

RPM - U/MIN / TR/MIN - GIRI/MIN

+20°C - TOTAL PRESSURE - GESAMTDRUCK - PRESSION TOTAL - PRESSIONE TOTALE

VELOCITY PRESSURE - DYNAMISCHER DRUCK - PRESSION DYNAMIQUE - PRESSIONE DINAMICA

L_{pa} - Sound pressure level in dBA at 1.5 m in free field

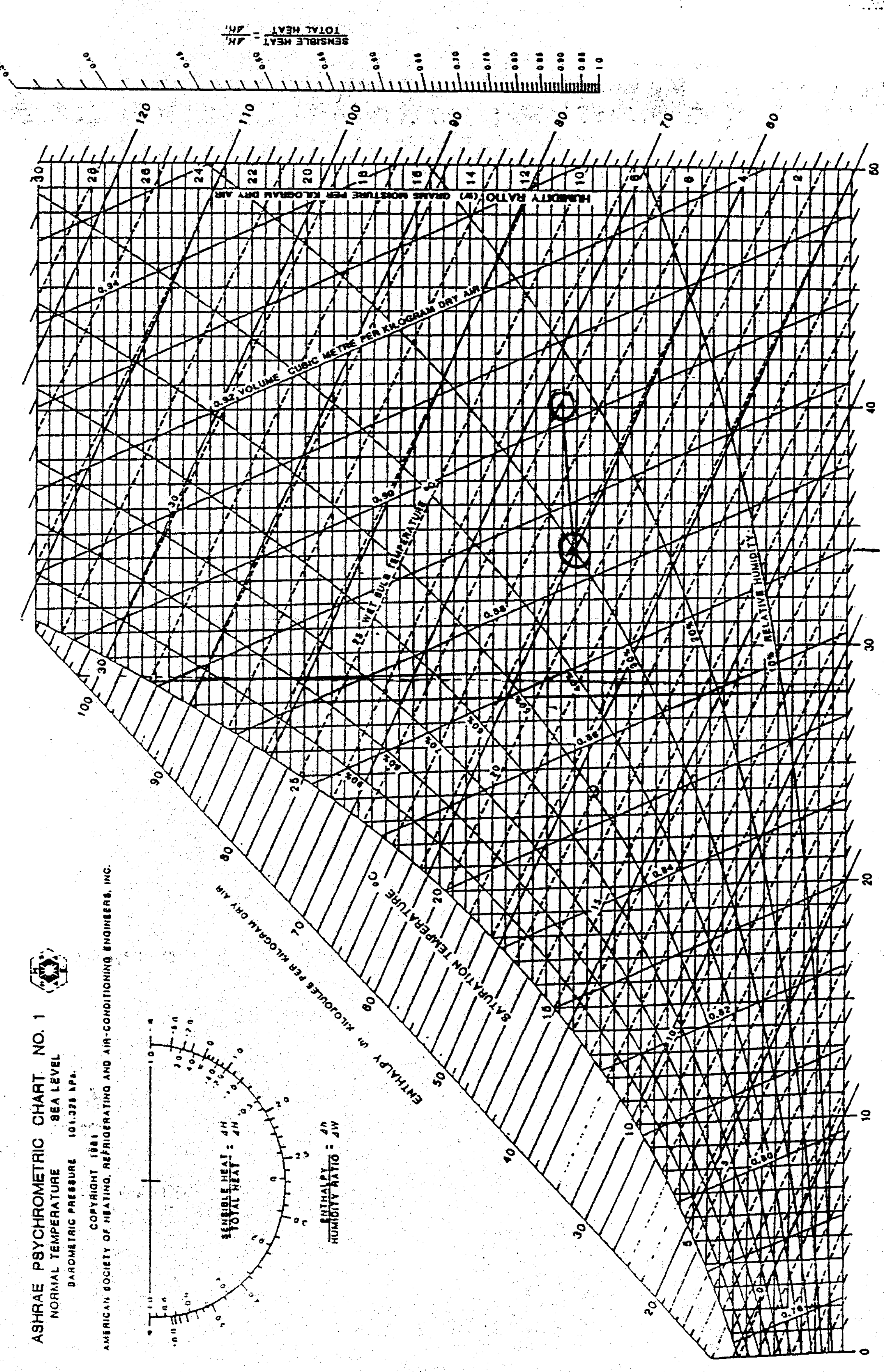
L_{pa} - Schalldruckpegel in dBA in 1.5 m Abstand im freien Feld

L_{pa} - Niveau de pression acoustique in dBA a la distance de 1.5 m en champ libre

L_{pa} - Livello di pressione sonora in dBA alla distanza di 1.5 m in campo libero

VOLUME - FORDERLEISTUNG - DEBIT - PORTATA

OUTLET VELOCITY - LUFTGESCHWINDIGKEIT IM AUSBLAS - VITESSE DE L'AIR AU REFOULEMENT - VELOCITA' DELL'ARIA IN USCITA



~~Fig. 2-10~~ *SI ASHRAE Psychrometric Chart*

Fig 3-2



OUTDOOR AIRCONDITIONING SOLUTIONS

ENGINEERING THE ATMOSPHERE

STAR TECHNOLOGY

Riyadh, K.S.A, Tel:01-4728952, Mobile: 055481906

Our Goal

We are taking up the challenge to cool areas that were previously thought impossible or uneconomical to cool! We aim to set new standards in cooling, which will change the world we live in.

Introduction

The cooling solutions provided, specifically address the cooling of areas where conventional systems prove ineffective or fail to work altogether. These areas include open areas without enclosure as well as outdoor areas which are completely exposed. The application of our technology is boundless and we can make living in our hot climate a lot more comfortable.

The Product

The unit adopts a centrifugal airflow spraying system giving great cooling effect for places where classic airconditioning is not possible .

Features

The systems have been engineered to be:

- Portable
- Reliable
- Dependable
- Safe
- Installation flexible
- Easy to Install
- Easy to use
- No need maintenance
- Long time operational
- Adjustable water flow



Open Air

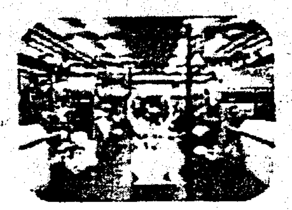
Possible Applications

Our products provide an efficient, economical way to cool large areas, inside or outside, quickly, and effectively. They have been employed for the following:

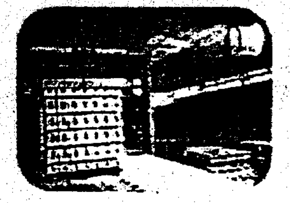
Leisure & recreational areas: Outdoor Cafes, Restaurants, Open Air Dining Areas, Theme Parks, Parks, Shopping Centers, Outdoor Malls, Race Courses, Golf Courses, Tennis Courts, Stadiums, Pool Sides, Terraces, Balconies, etc.

Events: Weddings, Concerts, Sports Meets, Product and Premises Launch, Conventions, Private Parties, Fashion Shows, Public Gatherings etc.

Others: Waiting areas, Ticketing areas, Factories, Smokers' Patios, Outdoor Work Areas, Loading Docks, Livestock Shed, Green House, Spot Cooling in industries where equipment generate heat, Textile Industries, Dry Indoor Work Area.



Textile Industry



Work Area

Other Usage Benefits

Temperature drop:
The product is very efficient for dropping temperature.



Green House

Humidity control:
The unit humidifies by spraying very fine water particles that get vaporized naturally without dropping to the floor (No moisture). The spray volume can be easily controlled by control value. It also dehumidifies by running fan only without spraying water.

Air Circulation:
It also can act as a ventilation fan only by operating its fan alone. It circulates air and equalizes the air temperature in the stall.

Stall disinfection and elimination of dust and harmful gas:
The unit dilutes harmful gas such as ammonia gas as well as eliminates dust. It can also distinfect germs, mildew and etc. in the stall spraying proper chemical solution.

Environmental Benefits

· Cooling Air
· Clears Air from Smoke and Airborne Particles
· Air Filtration
· Dust Abatement
· Odor Control
· Ventilation
· Humidity Control
· Repels Flying



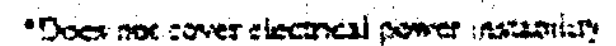
STAR TECHNOLOGY
Riyadh K.S.A, Tel: 01-4728952,Mobile:055481906

Business Enhancements

- Increase comfort for both customer and staff
- Greater captive audience for longer times (leads to increased consumption)
- Cover area increase (Add value to previously unused property)
- Comfortable day-time table occupation
- Cleaner and fresher air (smoke and dust control)
- Reduce the use of airconditioning and hence electrical power consumption
- Enjoy a high-end, heavy-duty, high-endurance, defect-free system*

All these collective factors will generate additional revenue leading to increased profits!

By installing the proposed systems we believe that it will definitely promote the outlook of your business. Please feel free to ask for personal customized application advice.

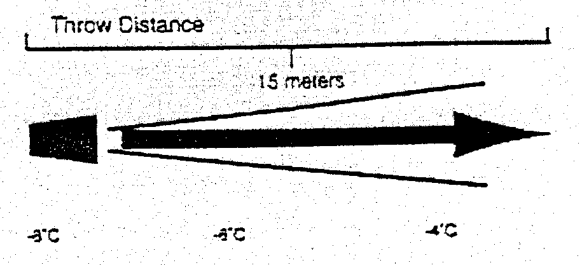

*Does not cover electrical power installation


Product Launch

Cooling Efficiency

When temperatures reach their peak during the day or night, relative humidity is normally at its lowest point.

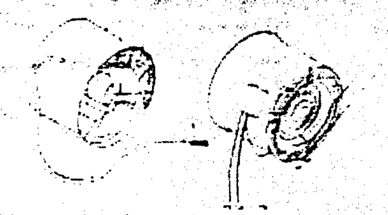
Depending on the temperature and humidity, our system can achieve some remarkable results in dropping the temperature by 5 ~ 8°C. The airflow from the unit's fan propels the tiny ultra-fine droplets of water resulting in cooling of the air temperature. Since cool air is heavier than warm air ,cool air tends to float down to the ground, reducing the outdoor temperature. In accordance with the varying humidity and desired cooling effect, the quantity of units needed are determined.



Able to cool up to 15 meters in a straight line parallel to the ground, and only emits ~3 meters of visible vapor. Potential cooling varies with prevailing humidity, acceptable humidity increase, and the total temperature drop desired.

Installation

Unit Layout

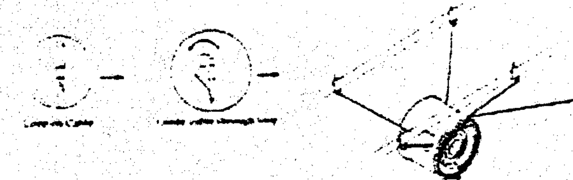


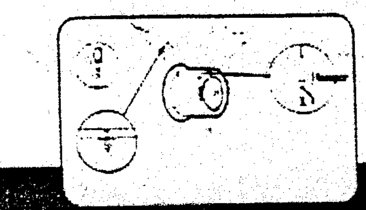
1. Body
2. Ventilator Motor
3. Disc Motor
4. Disc
5. Drain Motor Pump (Optional)
6. Drain Water Pump
7. Fan Blade
8. Inlet Grid
9. Outlet Grid
10. Water Supply Hose
11. Valve (Control Water Volume
12. Unit Mounting Cable (4x)
13. Ventilator Motor Cable
14. Disc and Pump Cable
15. Internal Pump Cable

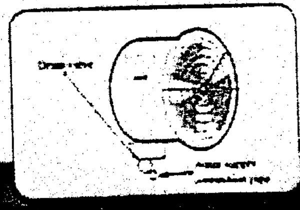
Technical Specifications

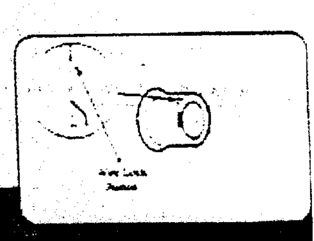
Air volume	m³/h	5,850
Range / throw	m	10-15*
Power / Frequency / phase	V/Hz	Buyer's order
Speed at 60 Hz (ventilator)	rpm	1,750
(Disc)	rpm	3,500
Power consumption (ventilator)	W	500
(vent + disc + pump)	W	620
Supply water pressure	bar	[illegible]
Water capacity	l/h	20~40
Covering area	m²/unit	30~50m²*
Diameter	mm	560
Air intake	mm	610
Length	mm	420
Packed weight	kg	33
Dimensions of packaging	cm	67 x 67 x 57
		Depending on application

Mechanical Suspension

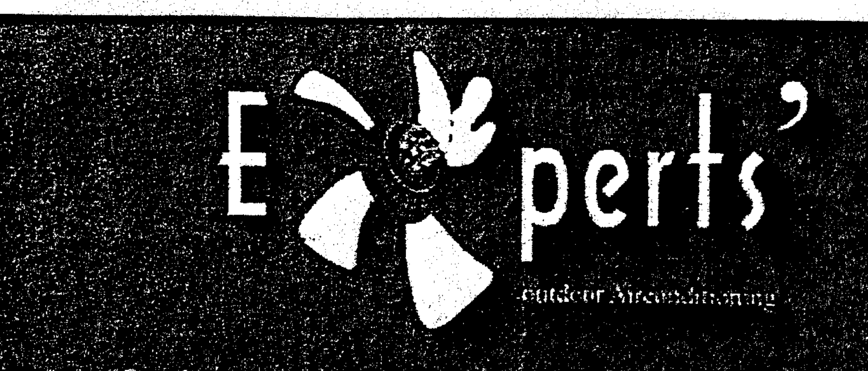






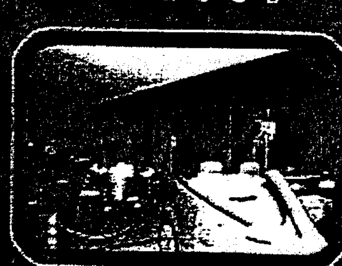


STAR TECHNOLOGY
Riyadh, K.S.A, Tel: 01-4728952, Mobile: 055481906



Outdoor Cafés & Terraces





STAR TECHNOLOGY
Al Umam Commercial Center
Sitten St./ Salah Al-deen St.
6th Floor Suit 610
P.O. Box 31234, Riyadh 11477 K.S.A
Tel: 4728952 Fax: 4728948
info@startech-ksa.com
WWW.STARTECH-KSA.COM



